

亞洲第一道離子束在台北： 1934粒子加速器與IEEE歷史里程碑

文・圖／張慶瑞

1934年，在當時的臺北帝國大學（現國立臺灣大學），荒勝文策教授領導的團隊成功建造了亞洲最早的粒子加速器之一。這項成就不僅是臺灣科學史的里程碑，更象徵著亞洲跨入世界核物理研究殿堂的關鍵一步，證明科學的卓越並不取決於地理位置。即使在亞洲的一隅，日本本土之外，只要有紮實的學術基礎與不懈的毅力，也能產出足以與牛津、劍橋並肩的世界一流科研成果。它為後來臺灣乃至整個亞洲的核物理與現代物理研究奠定了厚實的根基，甚至奠定了臺灣政府接收臺北帝大的戴運軌研究群，後來開發核子分裂研究的堅實基礎。

這項歷史性貢獻已獲得國際電機電子工程師學會（IEEE）的高度認可，由 IEEE 歷史委員會在 2026年3月9日審核通過，並即將於5月中以前由 IEEE 董事會進行最後核可。一旦核可通過，這項成就會在核准後的6到12個月內，於國立臺灣大學（原子核實驗室原址，現為臺大物理文物廳）舉行青銅銘牌揭幕儀式。該成就的表彰內容（Citation）將以中英文並列形式用銅板刻寫，置放在由張慶瑞主任於2005年校慶建置的「國立臺灣大學物理文物廳」門前，供後世緬懷這段輝煌的科學傳奇。

【歷史故事】原子核的微光：荒勝文策與跨越世紀的科學遺產

1920年代末，全球物理學正經歷一場翻天覆地的革命，量子力學的誕生，讓科學家們不再滿足於觀察原子的外殼，而是渴望窺探那深藏於核心的奧秘。

從劍橋到台北的科學火種

臺北帝大在創校之初，便展現了世界級的雄心。為了網羅荒勝文策，總督府不惜提供優厚條件，支持他以『臺北帝大教授』的身分，先赴歐洲卡文迪西實驗室與拉塞福（Ernest Rutherford）、愛因斯坦等大師交流。這場為期兩年的留學，不僅為臺灣帶回了最先進的核物理種子，也讓他在隨後與台糖等地經濟巨頭的合作中，能將歐洲最前衛的實驗室構想，落實在這片熱帶土地上。

1928年，曾受教於愛因斯坦與拉塞福的荒勝文策教授來到臺北帝國大學。他帶回的不只是尖端的知識，還有一種純粹追求真理的科學精神。當時的臺灣，雖然遠

離歐美的科學中心，但在荒勝教授的眼中，這片土地同樣具備孕育頂尖科學的潛力。他深知，要解開原子核的祕密，必須擁有能夠「擊碎」原子的強大工具——線性粒子加速器。

在亞熱帶濕氣中的卓越挑戰

1932年，英國劍橋大學的考克饒夫（Cockcroft）與沃爾頓（Walton）成功實現了人類史上第一次人工核分裂。消息傳到台北，荒勝團隊深受鼓舞，決定在台北自力研製出類似的劃時代實驗。然而當時臺灣僻處一隅，遠離日本本土，人力與物力的資源有限，即使以日本都難以完成，更何況在臺灣。但荒勝文策仍然不放棄，利用有限的人力與物力開始進行。

實驗室的核心組件猶如一場國際博覽會

根據荒勝團隊事後發表的文獻，這台加速器的誕生簡直是一場當時的「全球精密工業與臺灣在地創意」的極致結合，研究團隊展現了令人驚嘆的成本控制與工程智慧。

首先難題是如何做出實驗設備。荒勝團隊利用日本島津製作所（Shimadzu）現有的三台60KV變壓器（原為X光機使用），同時為了補足電壓，引進住友（Sumitomo）的電容器與東京電機的整流管。再加上採用德國當時頂尖的Leybold真空幫浦（抽速25升/秒），以確保加速管內維持極高真空，最後使用了美國的電子元件及UZ-77等美製真空管。這種跨國的「拼裝車」式科研開發，正是早期亞洲科學家的縮影。在有限的預算下，利用現成設備（如舊有三台的60KV變壓器）進行改造，而非直接使用昂貴的定製品。

然而，實驗的困難挑戰遠遠超過設備的整合與拼裝。1930年代的臺灣缺乏工業基礎支持，且亞熱帶的高濕度環境對於高壓電力設備極其不利，漏電與絕緣失效是家常便飯。在極其有限的資源下，荒勝帶領著太田賴常、木村毅一與植村吉明，動手開始自行吹製真空管、研發離子源，甚至利用臺灣本土的資源自行組裝變壓器。他們改良了考克饒夫-沃爾頓（Cockcroft-Walton）的設計，並巧妙地結合了拉塞福式的離子源與創新的旋轉靶系統。而最嚴苛的挑戰來自台北潮濕的空氣。在那個沒有空調的年代，高壓電極易在濕氣中引發劇烈放電（Arcing）。為了防止高壓電在潮濕空氣中產生火花放電，他們棄用了考克饒夫原始設計中置於最高電壓點的可變換流器，改將絕緣用的電容置於低壓處。

最令人驚嘆的發明是他們的「水電阻」，在長達一公尺的玻璃管中注滿水，並外接一公升的水瓶作為緩衝。利用充滿水的玻璃管作為高阻抗電阻，這種設計能利用高阻抗特性緩衝放電瞬間的劇烈衝擊，維持實驗系統的穩定性，避免電壓驟降對實驗的干擾。此外，為了不影響校內其他實驗室，他們甚至將整個房間圍上法拉第籠的金屬網，以屏蔽電磁干擾，展現了科學家體貼且和諧的社群精神。這種在有限預算下解決極端問題的「在地化」經驗，至今仍讓現在的實驗物理學家感佩不已。

酷熱深夜裡的微光：亞洲第一道科學閃電

1934年7月25日，這台巨大的機器終於在台北的實驗室中發出低沈的嗡鳴。這不僅是臺灣科學史的第一次，更是亞洲核物理向世界發出的第一道閃電。

這項歷史性的測試，刻意選在氣溫由酷熱轉為涼爽的半夜執行。當時的臺灣盛夏白天極其悶熱，加上加速器啟動時散發的巨大熱氣，在那個沒有空調設備的年代，實驗室內惡劣環境極度考驗研究者的意志力與專注度。為了確保實驗精準，荒勝教授特別要求所有參與觀測的人員在白天必須得到充分休息，以應對深夜黑暗中極其微弱的光影捕捉。

實驗採用當時最先進的「閃爍法」(Scintillation)進行認證。科學家們必須在漆黑的房間裡，全神貫注地凝視著螢光屏，捕捉粒子撞擊時產生的那一抹瞬即逝的微弱光點。深夜的實驗室裡，空氣中充滿了高壓電離的氣息。第一個打破沈默的是木村毅一，他興奮地報告觀測到了 α 粒子強而有力的閃爍。緊接著，焦急

等待的荒勝教授也親自確認了這個現象。隨後，團隊成員依序接棒，集體見證了這場劃時代實驗的成功。

大約兩年的艱辛付出，在一個濕熱的台北之夜終於得到了回報。實驗成功後，在收拾設備時，有人提議留下紀念，並由木村毅一用白漆在觀測室的門上，一筆一劃地寫下：「July 25, 1934」。雖然這扇帶有歷史溫度的門至今仍下落不明，但那晚產生的氘離子束，已永遠照亮了亞洲核物理的破曉時分(圖1)。



圖1：用白漆記載實驗成功日期「July 25, 1934」的門永遠從歷史文物中消失了，但是日據時代物理館一階實驗室的鑰匙管理木牌仍然留下些許當年痕跡。更神奇的是在博物館中的鑰匙牌之前展示的兩件物品，芝加哥的Fermi實驗室用來製作美國原子彈的減速石墨堆，在拆卸後所製作的紀念幣(張慶瑞捐贈)，居然與被核彈嚴重傷害的廣島廢墟土塊(廣島市長捐贈)一併陳列在核物理博物館中展示，這個矛盾而諷刺的組合展示形成一種對核科學歷史的深刻對照。

台糖：隱形的科學推手與時代的護國神山

除了日本政府與「日本學術振興會」(JSPS)的官方撥款外，民間企業的鼎力支持極可能是這項研究成功的關鍵隱形因子。儘管直接的會計帳務文獻已佚失，但諸多歷史細節皆指向當時臺灣財力最雄厚的機構——臺灣糖業試驗所(TSRI)。1933年底，荒勝文策教授受邀於TSRI開幕式發表原子

核結構演講。這場演講對當時的人們而言極其深奧，連速記員都因專業術語過於艱澀而多有誤記，但荒勝團隊依然滿懷激情地分享著中子與正電子的尖端發現。在當時，砂糖消費稅與相關規費貢獻了臺灣總督府近四成的年度稅收。若以今日被譽為「護國神山」的台積電來類比，其在2024年繳納了約1,917億元的所得稅，約占全臺營利事業所得稅的15.9%；然而在1930年代，糖業相關稅收對總督府的貢獻度高達40%。這種跨越時空的經濟量級對比，更顯出當年台糖支持尖端科研的遠遠超越現今「護國神山」的『神級地位』。這種「由最強盛產業帶動最尖端科學」的格局，正是讓臺北帝大能突破日本本土經費限制、領先完成亞洲首台加速器的重要「肥沃土壤」。雖然這段產學合作的文件在二戰後的動盪中毀損，但重建博物館時，張慶瑞主任仍曾委託張幸真博士前往台糖原址尋覓，可惜資料已付之一炬。儘管這段往事已成為科學界的城市傳奇，但加速器中使用的陶瓷絕緣體與各項在地材料，確實處處銘刻著臺灣工業支援尖端科研的深刻痕跡。

不為武器，只為真理：跨越國界的科學

荒勝文策的工作之所以重要，不僅在於技術上的領先，更在於其科研動機的純粹。這項工作完全是為了「和平科學進步」而進行的基本核結構研究。在那個尚未進入核子武器陰影的年代，台北的這台加速器代表了人類對宇宙真理最真摯的好奇心。

科學的長尾效應——從實驗室到地緣政治

這項成就不僅為後來臺灣核物理研究奠定了根基，更在無意間埋下了影響深遠的伏筆。從荒勝團隊留下的技術種子，到戰後接收實驗室的戴運軌研究群，臺灣的核能研究脈絡始終未曾中斷。然而這股追求真理的純粹科學力量，在後來的冷戰歲月中，卻演變成一場震動國際的核彈研發疑雲。從1934年台北帝大那道微弱的離子束，到後來中科院核能研究所的秘密執行的「桃園計畫」，甚至是最終改變臺灣命運的張憲義叛逃事件，科學的發展與政治的軌跡不斷交織衝突。這些變化就像蝴蝶翅膀的輕輕擺動，經過不斷雪崩式的非線性擴張，居然會演化成太平洋上的颶風。當年的粒子加速器，不僅擊碎了原子核，更在數十年後，間接重塑了臺灣在國際地緣政治中的定位與現在整個國家的走向。

永恆的認可——IEEE Achievement Milestone

時隔九十餘年，這項掩埋在歷史塵埃中的光輝成就，終於在吳瑞北教授與張慶瑞教授的奔走與蒐集資料下，迎來了國際間最高榮譽的認可。經過多方專家不斷審視與提出所有內容的詳細史料佐證，IEEE歷史委員會確認了這台加速器在人類電機與電子工程史上不可磨滅的地位（圖2）。

2026年3月9日，IEEE歷史委員會正式通過該提名，緊接將於5月中前由IEEE董事會通過最終核可令，目前我們正在期待這令人振奮的通知。如果一旦正式核可通過，這意味著，1934年台北的這場實驗，已被正式列入與愛迪生電燈、馬可尼無線電等齊名的全球科技里程碑，更重要的是這項成就的歷史，是2005年在張慶瑞主任領導的團隊全體努力下，將整套設備由臺大各個角落中重新發掘出來，並復原成全世界目前的唯一的歷史完整實物。當時負責復原的電子技師林松雲先生在復原完成後，還問張慶瑞主任是否需要將整套儀器重新恢復可以真正操作並取得實驗數據？張主任很快的回答，只要恢復原樣來紀念先賢即可，因為保存科學史實遠比重現數據更重要。



圖2：日本NHK於2020年製作的特別節目「原子の力を解放せよ～戦争に翻弄された核物理学者たち～」，曾專程來臺拍攝臺大物理文物廳內保存的1934年線性粒子加速器裝置，並訪問當年推動文物整理與復原的張慶瑞教授。

科技界的「世界文化遺產」：IEEE Milestone的嚴苛與榮耀

在全球科技史上，能被列入IEEE Milestone的技術，往往與改變人類文明的重大發明並列。這項名為IEEE Milestone（電機電子工程里程碑）的認證，被譽為全球科技界的「世界文化遺產」，其審核過程極其嚴謹且艱辛。一項成就必須在發生至少25年後，才能經過國際專家委員會針對其技術原創性、對人類文明的實質貢獻，以及詳實史料的交叉驗證，方能獲得提名。IEEE Milestone的通過難度極高，全球至今僅有兩百餘座。

在全球已獲認證的里程碑中，包含許多改變世界的重大科技突破，例如：貝爾實驗室發明電晶體（Bell Labs Transistor）、ENIAC 電子計算機、以及網際網路的誕生等。如今，1934年臺北帝國大學建造的線性粒子加速器也被納入這個具有世界科技史意義的名錄之中，象徵台北當年的實驗成果，已被正式放置於全球科技發展的重要座標之中。在臺灣，截至2026年3月，只有台揚科技因開發出具備「折疊式雨傘天線」的可攜式終端機，改變了全球新聞的即時傳播方式而得獎。而今，1934年的粒子加速器實驗正式獲核，不僅使臺灣大學成為全臺首間奪得此榮譽的高等學府，更讓臺灣在國際科技史的座標上，從單純的『科技代工大國』晉升為『基礎科學先驅』。放眼亞洲，除了日本擁有較多里程碑外，中國大陸的入選次數也寥寥可數。

這座即將安置於臺大物理文物廳門前的銅板，不僅標誌著1934年那次實驗的成功，更正式宣告了台北的本土研究實力，在近百年前便已具備改寫世界科學版圖的先鋒地位。

今天為了再度紀念這一偉大歷史成就，如果一旦在5月正式通過，一份象徵永恆榮譽的IEEE署名銅板將被鑄造，並被安置在國立臺灣大學物理文物廳門前。由張慶瑞主任於2005年校慶時辛苦找回並修復的加速器組件，如今將與這塊IEEE銅板一同守護著在臺灣土地上曾經領先世界科學的靈魂們。

【 IEEE Milestone Citation 】 Linear Particle Accelerator in Taiwan, 1934

In 1934, a team at Taipei Imperial University — now National Taiwan University — developed one of Asia's earliest particle accelerators, which enabled fundamental investigations into nuclear structure for peaceful scientific advancement. The instrument incorporated a Cockcroft-Walton generator, equipped with an ion source inspired by Ernest Rutherford's design and a rotating target system. Its use in studies of artificial nuclear reactions laid the foundation for nuclear physics research in Taiwan.



圖3：臺大物理文物廳，原子核物理實驗室內部展示設備。

英文表彰內容的中文翻譯如下： 1934年臺灣線性粒子加速器

1934年，臺北帝國大學（現國立臺灣大學）的一個團隊研發出亞洲最早的粒子加速器之一，為促進和平科學進步

而進行的原子核結構基礎研究提供了可能。該裝置包含了一台考克饒夫-沃爾頓產生器，配備受拉塞福設計啟發的離子源以及旋轉靶系統。其在人工核反應研究中的應用，為臺灣的核物理研究奠定了基礎（圖3）。

跨越世紀的學術迴響：從台北出發的科學合流

1934年這道微弱的離子束，其影響力並未隨著二戰結束而消散，反而更深化成影響臺日兩地物理發展的深遠脈絡。

首先，這是一場諾貝爾獎等級的學術傳承，荒勝團隊在台北取得成功後，整個團隊受命返回京都大學，開創了京大在核物理研究的領導地位。值得一提的是，日本首位諾貝爾獎得主湯川秀樹（Hideki Yukawa）當時亦與荒勝教授密切合作。1949年湯川獲獎時，已回到京都的荒勝

張慶瑞 專欄

感慨地說：「看到晚輩得了諾貝爾獎，一切都值得了。（後輩がノーベル賞を受賞したことで全てが埋め合わされた。）」這句「一切都值得了」，不僅是對弟子的欣慰，或許也是對他在台北開拓荒蕪、在京都經歷戰火與挫折的科學生涯，給予了最好的交代。這段佳話，也證明了當年臺北帝大與世界最頂尖科學思維是同步跳動的。

其次，這項成就深刻影響了臺灣學術的建制化。戰後接收實驗室的戴運軌教授團隊，正是在荒勝留下的設備基礎與日本助手的協助下，維繫了臺灣核物理研究的薪火。這種「動手自製儀器」的精神，也無形中形塑了臺灣今日精密科技產業的文化基因——在資源有限下尋求突破的韌性。

最動人的歷史巧合在於，數十年後，當臺大再度重建高能物理團隊並前往日本 KEK（高能加速器研究機構）與京都大學進行國際合作時，當年的「台北研究室」與「京都研究室」在跨越半個世紀後再度合流。這不僅是學術上的重逢，更是當年台北奠基亞洲核物理研究的最美見證。

結語

當未來的學子走進臺大物理文物廳，看著這塊帶有歷史重量的銅板，希望他們或許將會想起1934年，有群人曾經在濕熱的台北夜晚中努力實驗夢想。IEEE Achievement milestone的這段歷史告訴我們：科學的夢想沒有國界，而真理的光芒，終將跨越世紀，永遠在歷史的長河中閃耀。



張慶瑞 小檔案

1979 年畢業於臺大物理學系，1988 在加州大學聖地牙哥分校取得物理博士學位，1989 年二月進入臺大服務，曾經擔任臺大副校長並代理校長。

張教授從事微磁學數值研究與自旋傳輸機制，已發表 280 篇以上專業論文並獲得 28 個專利。他是美國物理學會（APS）與國際工程學會（IEEE）會士。曾擔任亞洲磁性協會理事長，及臺灣磁性協會理事長暨臺灣物理學會理事長。近來曾主持 NTU-IBM 量子計畫，積極加速培養新興跨領域人才。近期推動量子計算相關研究，應用於新材料、新藥物合成，與財務金融領域，並創建臺灣量子電腦暨資訊科技協會，擔任理事長。於 2022 年擔任中原大學物理系講座教授並兼任校級量子資訊中心主任。